

III российская молодежная научная школа-конференция
«Энергетика, электромеханика и энергоэффективные технологии глазами молодежи»
Секция 2. Эффективная энергетика

- 2) обогревать жилые помещения и технические корпуса побочным теплом;
- 3) утилизировать попутный газ при нефтедобыче, что решает проблему загрязнения.

В Тюменской области на Тямкинском и Усть-Тягусском месторождениях были введены в эксплуатацию ГТЭС мощностями 24 МВт и 6 МВт. В результате чего в 1 квартале 2015 года уровень собственной генерации электроэнергии на месторождениях превысил 83%, а общий объем выработки электроэнергии достиг 168,3 млн. кВт/ч. ГТЭС Усть-Тягусского месторождения позволила обеспечить собственной генерацией Восточный центр освоения Уватского проекта, на который приходится более 80% добычи нефти ООО «РН-Уватнефтегаз». [2]

На Игольско-Таловом месторождении, в Томской области, работают две газотурбинные электростанции. Первая станция общей мощностью 24 МВт была введена в эксплуатацию в 2004 году. Вторая станция общей мощностью 12 МВт была введена в эксплуатацию в 2011 году. Четверть потребностей нефтяников в электроэнергии покрывается за счет ГТЭС, что не дает нефтяным предприятиям томской области испытывать потребности в электроэнергии, несмотря на возрастающее число объектов. В ближайших планах у томских нефтяников строительство газотурбинной станции на 16 МВт в поселке Пионерный - там будут работать четыре машины по 4 МВт. [3]

Таким образом, на сегодняшний день использование газотурбинных электростанций на предприятиях нефтепромысла является самым дешевым и эффективным способом получения электрической и тепловой энергии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Максимова А.А., Формирование эффективной энергетической политики в Российской Федерации: региональный аспект // Энергосбережение в городском хозяйстве, энергетике, промышленности. Материалы Четвертой Российской научно-технической конференции, г. Ульяновск, 24-25 апреля 2003 г. Т. 1. - Ульяновск: УлГТУ, 2003. - 388 с.
2. http://www.rosneft.ru/news/news_in_press/04062015.html
3. <http://www.tomsk.kp.ru/daily/26439/3313281>

ИСКАЖЕНИЕ ФОРМЫ СТАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАГРУЗКИ В УЗЛАХ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ

Кондрашов М. А., Панкратов А. В.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

При расчетах режимов электрических сетей и систем электрическую нагрузку представляют с помощью статических характеристик (СХН) – зависимостей активной и реактивной мощности нагрузки от напряжения [1, 2]. Наиболее часто [3] при этом используют квадратичные полиномы вида

$$\begin{aligned}
 P(U) &= P_{BAS} \cdot \left(a_0 + a_1 \cdot \frac{U}{U_{BAS}} + a_2 \cdot \left(\frac{U}{U_{BAS}} \right)^2 \right), \\
 Q(U) &= Q_{BAS} \cdot \left(b_0 + b_1 \cdot \frac{U}{U_{BAS}} + b_2 \cdot \left(\frac{U}{U_{BAS}} \right)^2 \right),
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

где P_{BAS} , Q_{BAS} , U_{BAS} – базисные значения активной и реактивной мощности и напряжения; a_0 , a_1 , a_2 , b_0 , b_1 , b_2 – коэффициенты статических характеристик нагрузки в относительных единицах.

Очевидно, что форма статических характеристик нагрузки не остается постоянной во всех точках электрической сети. Искажение формы происходит по мере удаления от узла нагрузки вследствие наличия падения напряжения и потерь мощности в продольных сопротивлениях линий электропередачи и трансформаторов. Поперечные проводимости также оказывают влияние на форму статических характеристик нагрузки.

При решении задач эквивалентирования районов электрических сетей встает проблема получения обобщенных статических характеристик нагрузки, заданных для шин, удаленных от конечного потребителя. В этой связи представляет интерес исследование искажения формы статических характеристик нагрузки при их определении в различных точках электрической сети.

Для исследования этого вопроса будем использовать широко применяемый при расчетах режимов электрических сетей и систем программный комплекс «RastrWin» [4]. Смоделируем простейшую радиальную сеть, представленную на рисунке 1.

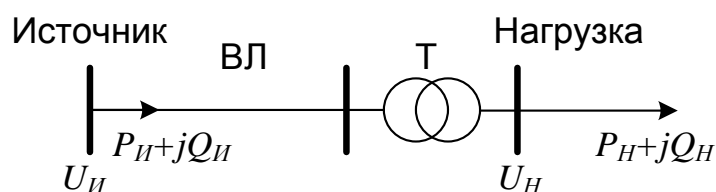


Рис. 1. Расчетная схема исследуемой сети

На рисунке 1 показана нагрузка, запитанная от источника через воздушную линию электропередачи (ВЛ) и трансформатор (Т). Напряжение, активная и реактивная мощности нагрузки – U_H , P_H , Q_H ; напряжение, активная и реактивная мощности источника – U_H , P_H , Q_H . Нагрузка задана с помощью статической характеристики обобщенной нагрузки, параметры которой приведены в таблице 1.

Таблица 1. Коэффициенты СХН и базисные мощности для обобщенной нагрузки

Активная мощность				Реактивная мощность			
$a_{0(1)}$	$a_{1(1)}$	$a_{2(1)}$	$P_{BAS(1)}$, МВт	$b_{0(1)}$	$b_{1(1)}$	$b_{2(1)}$	$Q_{BAS(1)}$, Мвар
0.83	-0.3	0.47	1,4	4.9	-10.1	6.2	0,7

Произведя расчет серии установившихся режимов, определим статические характеристики нагрузки в относительных единицах для двух точек сети: в узле нагрузки и в узле источника питания. Характеристики представлены на рисунке 2.

Рисунок 2 показывает, что в узле нагрузки результаты расчета серии установившихся режимов совпадают с заданными статическими характеристиками. Этот результат свидетельствует о корректном задании статических характеристик нагрузки в программный комплекс «RastrWin».

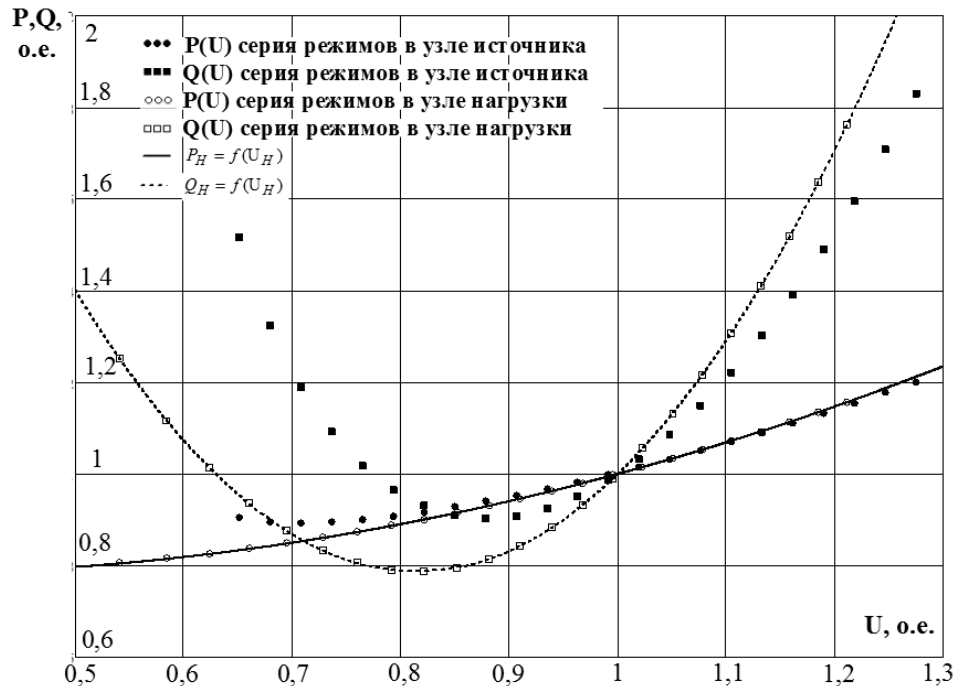


Рис. 2. Статические характеристики в относительных единицах

Результаты расчета серии установившихся режимов в узле источника питания ожидаемо отклоняются от заданных статических характеристик в узле нагрузки. Смещение характеристик вправо обусловлено наличием падения напряжения на продольных сопротивлениях воздушной линии электропередач и трансформатора, а смещение характеристик вверх обусловлено наличием потерь мощности. Кроме того, обращает на себя внимание факт смещения точки перегиба характеристик $Q(U)$ со значения $0,83 U_{ном}$ до значения $0,88 U_{ном}$.

Получим эквивалентные статические характеристики нагрузки для узла источника. Для этого аппроксимируем квадратичными полиномами (1) результаты расчета серии установившихся режимов в узле источника методом наименьших квадратов. Полученные коэффициенты СХН и значения базисных мощностей приведены в таблице 2:

Таблица 2. Коэффициенты СХН и базисные мощности для узла источника питания

Активная мощность				Реактивная мощность			
$a_{0(1)}$	$a_{1(1)}$	$a_{2(1)}$	$P_{BAS(1)}, \text{ МВт}$	$b_{0(1)}$	$b_{1(1)}$	$b_{2(1)}$	$Q_{BAS(1)}, \text{ Мвар}$
1,134	-0,829	0,695	1,415	6,935	-13,229	7,269	0,788

Полученные характеристики для узла источника и результаты серии установившихся режимов в относительных единицах приведены на рисунке 3.

Графики рисунок 3 показывают, что форма статических характеристик нагрузки в узле источника питания не только изменилась относительно характеристик, заданных в узле нагрузки, но также перестала быть параболической. Особенно сильно это заметно по характеристике реактивной мощности. Деформация статических характеристик нагрузки относительно параболической формы свидетельствует об ограниченности применения полиномов (1) при эквивалентировании районов электрических сетей.

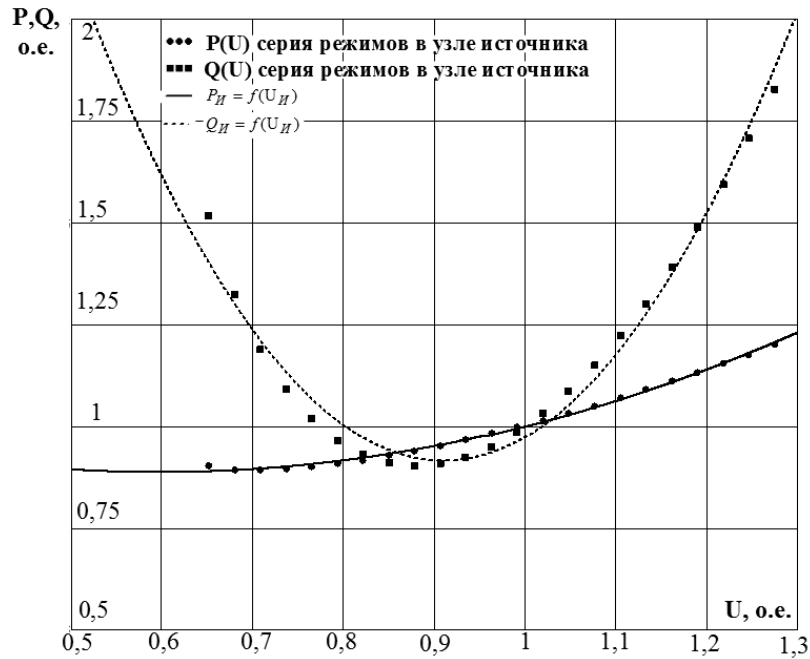


Рис. 3. Статические характеристики нагрузки для узла источника питания

Покажем, что полиномы вида (1) описывают эквивалентные статические характеристики нагрузки с достаточной точностью только при значениях напряжения выше напряжения точки перегиба зависимости $Q(U)$. Для этого оставим в серии расчетов только те режимы, когда напряжение превышало напряжение точки перегиба зависимости $Q(U)$ и повторим аппроксимацию методом наименьших квадратов. Результаты представлены на рисунке 4.

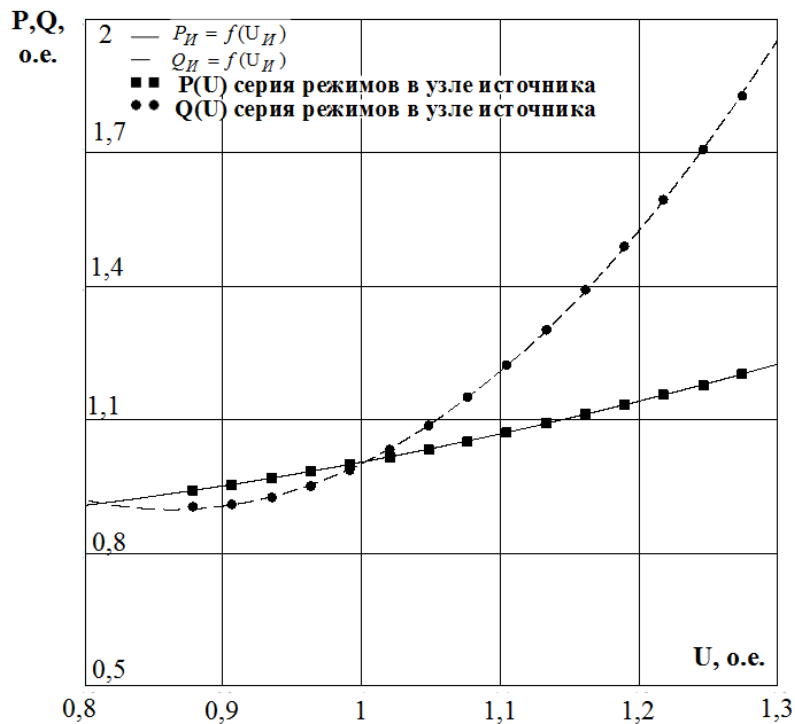


Рис. 4. Статические характеристики нагрузки для узла источника питания при напряжениях выше напряжения точки перегиба зависимости $Q(U)$

Как видно из графиков рисунок 4, при напряжении выше напряжения точки перегиба зависимости $Q(U)$, полиномы (1) в точности описывают поведение нагрузки.

Выводы:

1. Статические характеристики нагрузки не остаются постоянными, а искажаются в различных точках радиальной электрической сети по мере удаления от узла нагрузки.
2. При напряжениях ниже напряжения точки перегиба $Q(U)$ искажается сама параболическая форма статических характеристик.
3. Использование квадратичных полиномов в качестве статических характеристик нагрузки корректно только при напряжениях, больших напряжения точки перегиба зависимости $Q(U)$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Идельчик, В.И. Электрические системы и сети / В.И. Идельчик. – М: Альянс, 2009. – 592 с.
2. Yamashita, K., Djokic, S., Matevosyan, J., Resende, F. O., Korunovic, L. M., Dong, Z. Y., & Milanovic, J. V. (2012). Modelling and aggregation of loads in flexible power networks - scope and status of the work of CIGRE WG C4.605. Paper presented at the IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline), 8(PART 1) 405-410.
3. Гуревич, Ю.Е. Применение математических моделей электрической нагрузки в расчетах энергосистем и надежности электроснабжения промышленных потребителей / Ю.Е. Гуревич, Л.Е. Либова. – М.: ЭЛЕКС-КМ, 2008. – 248 с.
4. В.Г. Неуймин. Программный комплекс «RastrWin3». Руководство пользователя. 29.08.2012. / В.Г. Неуймин, Е.В. Машалов, А.С. Александров, А.А. Багрянцев. URL: http://www.rastrwin.ru/download/Files/HELP_RastrWin3_29_08_12.pdf (дата обращения 12.09.2015).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВС ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК СОВРЕМЕННЫХ КОНТЕЙНЕРОВ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ И ХРАНЕНИЯ РАО

Бородай А.Ю., Таракаенко П.В., Кнышев В.В., Беденко С.В.,
Клюкин Н. М., Кузнецов Е. В.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

Развитая энергетика — необходимое условие для существования сильного независимого государства. В условиях современной нестабильной внешнеполитической обстановки очень важно, чтобы энергетика страны не зависела от импортных поставок.

Теплоэнергетика не может полностью покрывать все энергетические потребности Российской Федерации, т.к. данный вид энергетики сильно загрязняет окружающую среду и быстро расходует ценные ресурсы, необходимые для химической промышленности. Гидроэнергетика так же не сможет покрыть все потребности государства с огромной территорией, развитой промышленностью при небольшом количестве рек с сильным течением.

Развитие атомной промышленности способно укрепить энергетику нашей страны. В России есть значительные запасы урана, ядерное топливо может быть многократно использовано после химической переработки и повторного обогащения, суммарные